

III-36

走時曲線の推定精度向上と自動化

日本大学 学生員 永井 義一
日本大学 正員 花田 和史

1 目的

板叩き法は地盤のS波速度分布を把握する有用な手法の一つである。しかし加振源エネルギーには限界があり、信号には地盤の常時微動や風によるセンサーの微動など多くの雑音が混入する。さらにインパルス伝達時間の判定は個人の経験に大きく依存する。本報告は走時曲線の推定精度向上と自動化を目的として、

- a) 時系列波形の読取法
 - b) 振源波と応答波の1次元相互相関法
 - c) 振源波と多点応答波の2次元相関法
- を行ない、これらから得られる走時曲線を比較した結果を示している。

2 手法

手法を検討するための対象地盤はほぼ90m四方が開けている本学のグラウンドで、既に数回のS波探査によって水平層からなることが知られている。グラウンド直近のS波速度分布を図1に示す。

測点配置を図2に示す。加振点から測線（全長75.6m）を取り、板（1.83m*0.35m）には乗用車の前輪を載せて荷重とする。計測点を測線に沿って1.2mおきに加振点を含め64点を取り、センサーには1秒の動線輪型速度計を用いた。増幅器後段では300Hz（48dB/Oct）のLow-Pass Filterを置き、1kHzサンプリングによりデジタル収録を行なっている。

手法a)では、多数回の応答波形を振源波に同期させて加算する手法を採る。

手法b)では、良好な多数回のデータをクロススペクトル段階で加算し、相互相関関数に変換する。相関値が大きくなる多数個の峰の最大値およびその周辺のピークを試行錯誤で選ぶ。なお手法の妥当性を検討することを主な目的としているため、ウィンドウ処理は一切行っていない。

手法c)では、ほぼ水成層の地盤を対象としているため、同一の波長を持つ波を抽出する目的で、時間方向と距離方向の2次元フーリエ変換を行なっている。その他についてはb)とほぼ同様の処理を行なう。

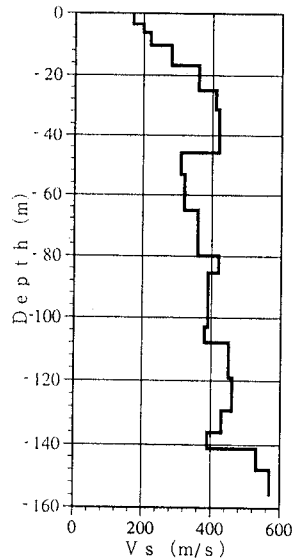


図1 S波速度分布

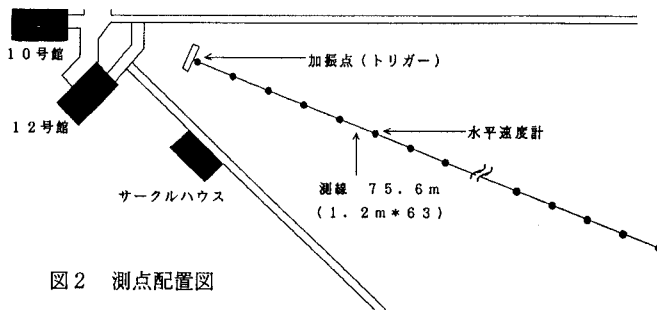


図2 測点配置図

3 結果

図3に75.6m点で得られた(a)時系列データ、(b)1次相互相関関数、(c)2次相互相関関数を示す。図から明らかなように(a)時系列データには各種の雑音が大きく混入しており、到達時間を読み取ることは極めて困難である。(b)の相関関数では幾つかのピークが並び本データだけからでは発振源信号に対応する峰を決定することは困難である。(c)の2次相関関数では0.7秒付近で大きなピークが見られ、最大値での到達時間によって自動的に走時曲線を推定できそうである。

図4(a)に時系列から読み取った走時曲線、図4(b)に一次相互相関関数から読み取った走時曲線、図4(c)に二次相互相関関数から読み取った走時曲線を示す。図中の破線は応答および応答の相関値の最大値が得られる到達時間による走時曲線であり、また、実線は走時曲線が負の傾きを持たないように上述の手法で得られた結果を修正した曲線である。修正にあたっては、j番目の測点での到達時間を $T(j)$ とすると、j番目の関数から $T(j-1)$ から $T(j+1)$ までの間のピークを見つけ、その中の最大値を示す到達時間を修正値とした。図4(a)(b)(c)において、雑音が多く混入していて発振源信号に対応するピークを探すのが困難であった50m以降に着目すると、時系列から読み取った走時曲線(a)と一次相互相関関数から読み取った走時曲線(b)は変わらないが、二次相互相関関数から読み取った走時曲線(c)は精度よく推定できている。50m以前では相関を取った(b)(c)よりむしろ(a)のほうが良く推定できている。これは、発振源付近では発振源信号に対応する波はあまり減衰していないので、時系列データから読み取ったほうが精度が良くなったのであろう。

(b),(c)の手法により走時曲線の推定精度に関しては向上が図られたと判断する。しかし数多く検出される峰のいずれを選択するかという課題はまだ解決されていない。さらに複雑な地盤構造を持つ場合には問題が残っている。

【参考文献】

東建地質調査株式会社
高密度地震観測網設置工事
地震観測の為にボーリング（その2）
（船橋市習志野台）報告書 1992

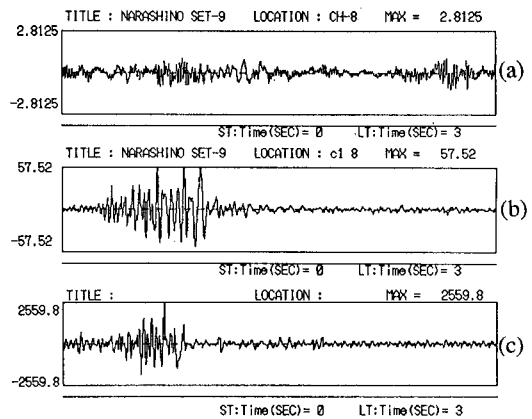
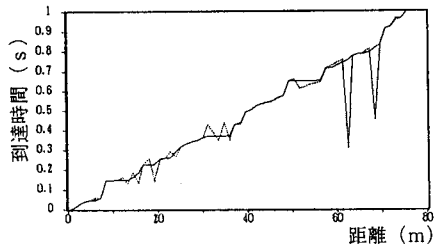
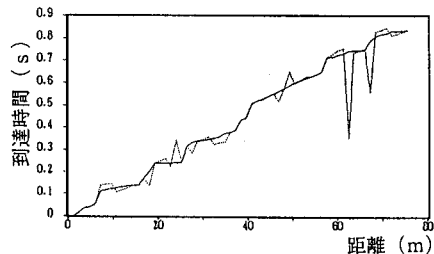


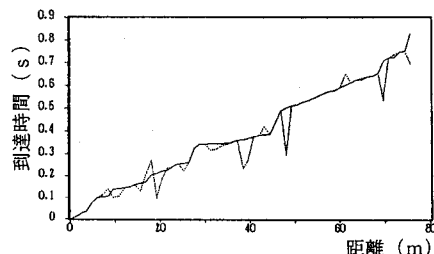
図3 時系列データ、一次、二次相互相関関数



(a) 時系列から読み取った走時曲線



(b) 一次相互相関関数から読み取った走時曲線



(c) 二次相互相関関数から読み取った走時曲線

図4 走時曲線